

# 2BMD-12型小麦对行免耕播种机的设计\*

李兵 李洪文

**【摘要】** 设计了一种能够用于玉米收获后,秸秆直立状态下的免耕播种机。由于采用对行作业,所以只需粉碎茎秆,不用粉碎根茬,适用于一年两熟地区小麦免耕播种。田间试验表明,该机工作性能良好,防堵效果显著。

**关键词:** 免耕播种机 对行播种 防堵性能

中图分类号: S223.2<sup>+</sup>6

文献标识码: A

## Design and Study of 2BMD-12 No-till Planter for Wheat

Li Bing<sup>1</sup> Li Hongwen<sup>2</sup>

(1. Anhui Agricultural University 2. China Agricultural University)

### Abstract

A no-till planter was designed that can work on the field bestrewing whole maize straw. Because specific row planter is used in the machine, it is only required to chop the straw and not to chop the root. Compared with rotary cultivator for chopping and covering stubble in soil, the field experiment indicated that performance of the planter is good, and its anti-blocking effect is outstanding.

**Key words** No-till planter, Specific row drill, Anti-blocking performance

### 引言

国内小麦免耕播种机存在的主要问题是作业时易堵塞而导致不能正常作业。2BMD-12型小麦对行免耕播种机是专门针对我国北方一年两熟地区小麦免耕播种而设计的。研究目标是设计一种能够在玉米收获后,整秆覆盖状态下播种的小麦免耕播种

机,为我国一年两熟地区推广保护性耕作提供技术支持。

### 1 总体方案确定

整机主要包括动力传动系统、秸秆防堵系统、种肥箱系统、开沟播种系统、镇压轮、分禾器等(如图1)。其中动力传动系统和秸秆防堵系统是本机具

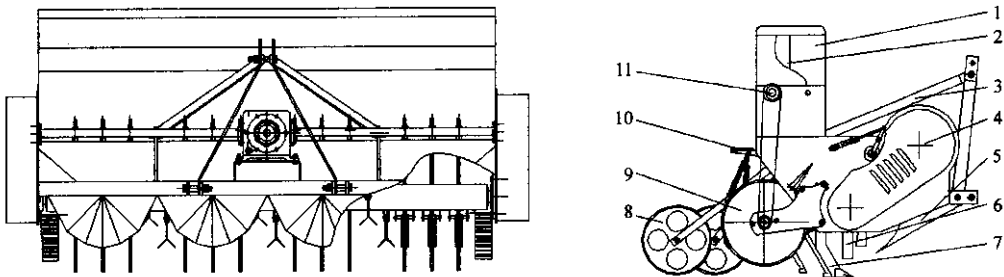


图1 2BMD-12型小麦对行免耕播种机结构图

Fig.1 Structure of 2BMD-12 no-till wheat planter

1. 肥料箱 2. 种子箱 3. 悬挂架 4. 带轮罩壳 5. 分禾器 6. 防堵直刀 7. 铲式开沟器  
8. 镇压轮 9. 地轮 10. 踏板 11. 排种器链轮

收稿日期: 2005-01-07

\* “十五”国家科技攻关计划资助项目(项目编号:2001BA504B03)

李兵 安徽农业大学工学院 讲师, 230036 合肥市

李洪文 中国农业大学工学院 教授 博士生导师, 100083 北京市

的关键部件。

机器采用对行作业,在2行玉米间播3行小麦,可以有效地避开根茬。玉米秸秆被粉碎在根茬附近,如果有秸秆段落在开沟器之间,防堵直刀可以伸进开沟器之间排除。当拖拉机对行偏差过大时,开沟器会碰到根茬,此时防堵直刀依然可以排堵,一般不会发生堵塞,但可能会影响播种质量。该机性能指标与技术参数如表1所示。

表1 2BMD-12型小麦对行免耕播种机主要工作参数

Tab. 1 Parameters of 2BMD-12 specific row no-till wheat drill

参数	数值
外形尺寸/mm	2 900×1 936×1 570
结构质量/kg	980
行距/cm	15、18、20 可调
工作行数	12
工作幅宽/cm	240
排种器	10 槽外槽轮式
排肥器	8 槽外槽轮式
排堵方式	带状切碎排堵
地轮	充气橡胶轮
肥料箱容积/L	192
种子箱容积/L	192
运输间隙/mm	500
镇压器形式	可调压力橡胶轮
配套动力/kW	>40
开沟深度/mm	60~100 可调
作业速度/km·h <sup>-1</sup>	<3.6
工作效率/hm <sup>2</sup> ·h <sup>-1</sup>	0.86
刀轴转速/r·min <sup>-1</sup>	1 700

## 2 主要工作部件的设计

### 2.1 防堵机构原理

免耕播种机在残茬覆盖地的防堵性能,已经成为影响播种机生产效率和播种质量的重要因素,国

外有的采用多梁结构用以防堵,有的使用被动单(双)圆盘切刀,都主要依靠重力切茬,机体笨重,价格昂贵,且切茬性能不可靠<sup>[1]</sup>。国内学者曾将被动圆盘切刀改为驱动式,虽能有效地利用滑切达到良好的切断效果,但传动装置复杂,离地间隙小,易缠草堵塞<sup>[2~3]</sup>。也有利用把秸秆分开的方式,利用扫、拨和绕流等清除播种单体前的秸秆层,开出无覆盖层的播种条带<sup>[4]</sup>。如轮齿式拨草盘<sup>[5~6]</sup>和曲面型分草器<sup>[7]</sup>,这些装置具有分草性能好、结构简单、成本低等优点,但当秸秆覆盖量大时仍然会发生堵塞。

本机采用对行作业,所以秸秆不必切得过碎,粉碎后的秸秆段小于开沟器间距,只要保证播种机通过即可。实践证明,如果过分粉碎,碎秸秆和碎细纤维过多,则会增加堵塞的可能性;如果秸秆只是粉碎成一定的小段,既可减少功耗,也能够冬季大风天气下保持较长时间,另外对行作业后粉碎的秸秆集中在根茬附近,使覆盖在小麦种行的碎秸秆不至于过厚,也利于提高地表温度,促进种子萌发(如图2)。

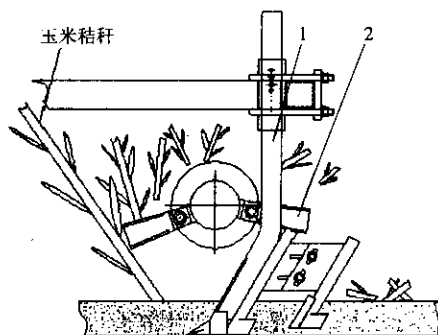


图2 防堵装置示意图

Fig. 2 Schematic diagram of anti-blocking device

1. 开沟器 2. 弯刀

该机刀轴上装有直刀和L型甩刀,其中L型甩刀主要用于破碎玉米秸秆;直刀则不仅打碎秸秆,且由于它和开沟器有150 mm的重叠量(如图3),能有效地打掉开沟器上缠绕的秸秆,防止秸秆缠绕在开沟器上形成堵塞。据报道,切碎成熟期的玉米秸秆,最佳的切割速度在40 m/s以上<sup>[8]</sup>。本机的切碎刀刀尖旋转直径为540 mm,确定其刀尖切线速度为

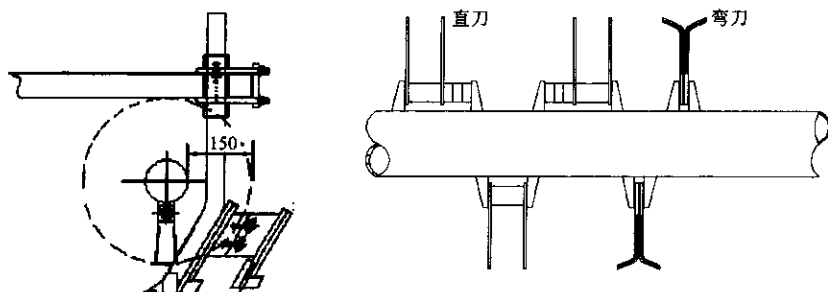


图3 刀轴结构示意图

Fig. 3 Structure of blade axle

48 m/s,即刀轴转速为1 700 r/min。

### 2.2 粉碎刀轴刀片位置

刃刀的布置方式有单螺线排列、双螺线排列、星形排列、对称排列等,不同排列均应满足刀轴受力均匀而且两刀轴向距离较大,以免堵塞。由于所设计刀轴共有24把直刀和12把弯刀,刀片数目较多,若螺旋线排列虽然刀轴受力均匀,每次只有一组弯刀片打击秸秆,动力消耗较小,粉碎效果好,机具振动较小,但粉碎过程中秸秆侧向移动严重,会使播种机出现“一头沉”的现象;若采用其他排列方式,则有多组刀片同时参与粉碎,刀轴受脉动的冲击载荷作用,振动较大,且功率消耗较大。

考虑到目前拖拉机的功率和对行播种机的作业要求及粉碎刀轴结构上的因素,采用交错排列的方式(如图4)。以保证刀轴受力较均匀,减少秸秆的侧向移动。工作时有3组刀片同时工作,其中1组弯刀用于粉碎秸秆,2组直刀用于排堵。

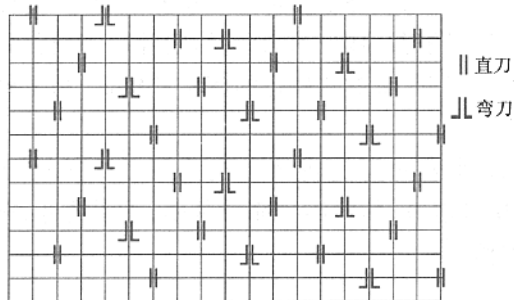


图4 粉碎刀轴刀片布置示意图

Fig. 4 Diagram of arrangement of the blade on the shaft

### 2.3 传动系统设计

本机主要与40 kW以上拖拉机配套,播种机变速箱输入轴的输入转速为540 r/min左右,所以设计为2级传动。即动力经传动轴、齿轮和三角胶带传到粉碎刀轴。变速箱的速比为1:2.25,由此确定胶带的速比为1:1.4(如图5)。

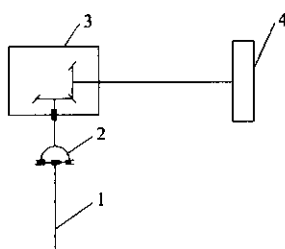


图5 2BMD-12小麦对行免耕播种机传动简图

Fig. 5 Schematic diagram of 2BMD-12 no-till planter transfer motion

- 1. 传动轴 2. 万向节 3. 变速箱 4. 胶带轮

### 2.4 开沟器设计

国内外对免耕播种开沟器的型式和播种技术作了很多研究<sup>[9~10]</sup>。免耕播种开沟器应有足够的入土能力;并能在未耕地上开出有利于种子发芽和作物根系生长发育的种沟<sup>[11~12]</sup>。

本机选用窄翼型铲式开沟器(如图6)。它具有升角小、张角小、体形窄短、能适应各种土壤类型和进

行硬茬播种的特点。铲面升角 $\alpha$ 取 $30^\circ$ ,不具备翻土能力,不会产生干、湿土层混合;入土隙角 $\epsilon$ 取 $8^\circ$ ,入土能力强,具有良好的回落覆土能力;翻土角 $\beta$ 值小时,会引起翻土,大时开沟器易于入土,开沟阻力小,但强度会变小,综合考虑 $\beta$ 值为 $50^\circ$ ;铲尖张角 $2\gamma$ 取 $40^\circ$ ;开沟器宽度 $B$ 取28 mm。

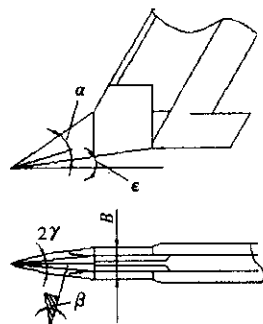


图6 开沟器结构简图  
Fig. 6 Structure of opener boot

### 3 田间试验

在河北省定兴进行田间试验,旱地前茬作物为青玉米,生长后期人工摘穗,秸秆直立,未经其他处理;植被量 $4.5 \text{ kg/m}^2$ ;土壤为中壤土,含水率20.7%,坚实度372 kPa;试验地面积 $101 \text{ m} \times 133 \text{ m}$ ;秸秆含水率66.1%;作业速度 $2.07 \text{ km/h}$ ,动力53 kW(JDT720型轮式拖拉机),主要测试播种质量与整机通过性能(如图7)。

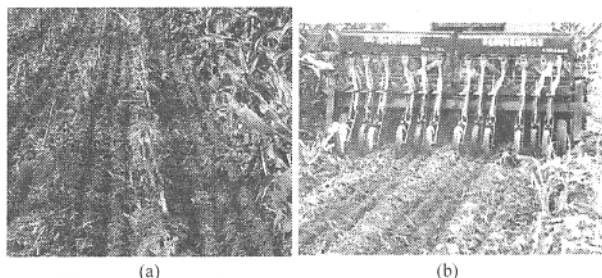


图7 小麦对行免耕播种机作业情况

Fig. 7 Field testing of 2BMD-12 no-till planter  
(a) 作业后地面情况 (b) 播种机工作情况

#### (1) 播种质量测试

拖拉机以正常作业速度播种后,每行在50 m内随机取10个点,小麦播种深度以2~4 cm为合格。人工扒开土层测量播种深度,120个取样点中有105个合格,合格率为87.5%。测量结果如表2所示。

种子平均覆土深度为

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 2.83 \text{ cm}$$

式中  $x_i$ ——各取样点种子覆土深度,cm  
 $n$ ——取样点总数

#### (2) 肥料覆土深度测量

测量方法与测种子覆土深度相同,小麦施肥深度以5~7 cm为合格。结果如表3。

肥料平均覆土深度为

表2 种子覆土深度  
Tab. 2 Planting depth cm

列	行											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.5	2.5	2.0	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	3.5	2.5	4.5	3.0
2	3.5	3.0	3.0	3.5	1.5	4.5	3.0	2.0	3.0	3.5	1.5	2.0
3	4.0	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.5	3.0	3.0	2.5
4	3.0	2.5	3.0	2.5	4.5	2.5	2.5	3.0	3.0	2.5	3.0	2.5
5	3.0	3.0	1.5	3.0	2.5	2.5	3.0	2.5	4.5	3.0	2.5	2.5
6	4.5	2.0	3.5	4.5	3.0	2.5	2.5	3.0	2.0	2.5	4.5	3.5
7	1.5	3.0	4.0	2.5	2.0	2.0	3.0	1.5	3.0	4.5	2.5	3.0
8	3.0	2.5	3.0	3.0	2.5	2.0	1.5	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5
9	3.0	3.0	2.0	3.0	2.5	3.0	3.5	4.5	3.0	2.5	3.0	3.0
10	2.5	3.5	4.0	2.0	2.5	2.5	4.0	2.5	3.5	2.5	2.0	4.5

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = 5.8 \text{ cm}$$

式中  $y_i$ ——各取样点肥料覆土深度, cm

### (3) 通过性检测

根据国家免耕播种机有关标准,要求玉米地被覆盖量  $2 \sim 4 \text{ kg/m}^2$ ,测区长度 60 m,往返一个行程,不发生堵塞或有轻度堵塞。试验地符合要求,实测未发生堵塞。

表3 肥料覆土深度  
Tab. 3 Fertilizing depth cm

列	行											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.0	6.0	6.5	6.0	5.5	5.5	5.5	6.5	5.5	5.0	4.5	5.0
2	5.5	5.5	5.0	7.0	5.0	6.5	5.0	7.0	6.5	5.5	5.0	5.0
3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	5.0	5.5	5.0	6.0	6.0
4	6.0	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0	6.0	5.5	5.0	6.0
5	5.5	5.0	6.0	5.5	7.0	5.5	7.0	6.0	5.5	5.0	5.5	5.5
6	6.0	5.5	5.0	6.0	5.5	7.0	5.5	5.0	6.0	6.0	6.0	6.5
7	5.5	5.5	5.5	5.0	6.5	6.0	6.0	6.5	6.0	5.5	5.5	5.0
8	6.0	5.0	5.5	6.5	6.0	6.5	5.5	6.5	5.5	5.5	5.0	5.5
9	5.5	5.0	6.0	6.0	7.0	6.5	5.5	5.5	5.0	5.5	6.0	6.0
10	5.0	6.0	5.5	6.5	6.0	5.5	7.0	5.5	6.5	6.5	5.0	5.5

## 4 结论

(1) 小麦对行免耕播种机能在高密度玉米种植地区,秸秆直立状态下直接播种小麦并施肥,播种可以避开玉米根茬,减少动力消耗,粉碎后的秸秆大多处在根茬附近,覆盖在种行的碎秸秆较少,利于种子发芽。

(2) 小麦对行免耕播种机采用动力式防堵机构,防堵性能好,整机结构简单紧凑,成本较低,符合我国国情。

## 参 考 文 献

- 任兴国,王承启. 旱地耕作技术[M]. 北京:北京大学出版社,1994:124~128.
- 张云文. 驱动圆盘切茬器的研究[J]. 中国农业大学学报,1999,4(6):38~40.
- 廖庆喜,高焕文,王世学,等. 免耕播种机新型锯切防堵装置的试验研究[J]. 农业机械学报,2003,34(6):91~95.
- William S N, Kevin J S. Performance of rake mechanism for creating residue-free soil bands[J]. Trans. of the ASAE,1989, 32(4):1 131~1 137.
- 李洪文,陈君达,李问盈,等. 旱地玉米机械化保护性耕作技术及机具的研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(4):46~52.
- Payton D M, Hyde G M, Simpson J B. Equipment and methods for no-tillage wheat planting[J]. Trans. of the ASAE,1985,28(5):1 419~1 429.
- 谷谒白,张云文,宋建农.“层流型”分草曲面用于覆盖免耕播种机的研究[J]. 农业机械学报,1994,25(1):46~52.
- 张晋国. 带状粉碎免耕播种机的试验研究[D]. 北京:中国农业大学,2000.
- Allen R R. Performance of three seeders in conservation tillage residue[J]. Appl. Engi. in Agri., 1988,4(3): 191~196.
- Kushwaha R L, Foster R K. Field evaluation of grain drill furrow openers under conservation and conventional tillage system[J]. Canadian Agri. Engi.,1993,35(4):253~260.
- Tessier S, Saxton K E. Zero-tillage furrow opener effects on seeds environment and wheat emergence[J]. Soil & Tillage Research, 1991,21(3~4): 347~360.
- 张波屏. 播种机械设计原理[M]. 北京:机械工业出版社,1982:347~362.
- 廖庆喜. 免耕播种机锯切防堵装置的高速摄影分析[J]. 农业机械学报,2005,36(1):46~49.
- 王建政. 小麦免耕播种机通过性能分析[J]. 农业机械学报,2005,36(8):151~153.

## 2BMD-12型小麦对行免耕播种机的设计

作者: [李兵](#), [李洪文](#), [Li Bing](#), [Li Hongwen](#)  
 作者单位: [李兵, Li Bing \(安徽农业大学工学院, 230036, 合肥市\)](#), [李洪文, Li Hongwen \(中国农业大学工学院, 100083, 北京市\)](#)  
 刊名: [农业机械学报](#) **ISTIC** **EI** **PKU**  
 英文刊名: [TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY FOR AGRICULTURAL MACHINERY](#)  
 年, 卷(期): 2006, 37(3)  
 被引用次数: 11次

### 参考文献(14条)

1. [任兴国;王承启](#) [旱地耕作技术](#) 1994
2. [张云文](#) [驱动圆盘切茬器的研究](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 1999(06)
3. [廖庆喜;高焕文;王世学](#) [免耕播种机新型锯切防堵装置的试验研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2003(06)
4. [William S N;Kevin J S](#) [Performance of rake mechanism for creating residue-free soil bands](#) 1989(04)
5. [李洪文;陈君达;李问盈](#) [旱地玉米机械化保护性耕作技术及机具的研究](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#) 2000(04)
6. [Payton D M;Hyde G M;Simpson J B](#) [Equipment and methods for no-tillage wheat planting](#) 1985(05)
7. [谷谔白;张云文;宋建农](#) [“层流型”分草曲面用于覆盖免耕播种机的研究](#) 1994(01)
8. [张晋国](#) [带状粉碎免耕播种机的试验研究](#)[学位论文] 2000
9. [Allen R R](#) [Performance of three seeders in conservation tillage residue](#) 1988(03)
10. [Kushwaha R L;Foster R K](#) [Field evaluation of grain drill furrow openers under conservation and conventional tillage system](#) 1993(04)
11. [Tessier S;Saxton K E](#) [Zero-tillage furrow opener effects on seeds environment and wheat emergence](#) 1991(3-4)
12. [张波屏](#) [播种机械设计原理](#) 1982
13. [廖庆喜](#) [免耕播种机锯切防堵装置的高速摄影分析](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2005(01)
14. [王建政](#) [小麦免耕播种机通过性能分析](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2005(08)

### 本文读者也读过(10条)

1. [姚宗路](#). [李洪文](#). [高焕文](#). [王晓燕](#). [张学敏](#). [Yao Zonglu](#). [Li Hongwen](#). [Gao Huanwen](#). [Wang Xiaoyan](#). [Zhang Xuemin](#) [一年两熟区玉米覆盖地小麦免耕播种机设计与试验](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2007, 38(8)
2. [于海明](#). [李传峰](#) [2NCB-120型小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[新疆农机化](#)2004(4)
3. [张立国](#). [Zhang Ligu](#) [2YM-6型小麦免耕播种机设计及试验](#)[期刊论文]-[价值工程](#)2010, 29(30)
4. [于海明](#). [文刚](#). [丁羽](#) [2MGC-6型小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2005(2)
5. [翟金永](#) [2NCB-120型小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[当代农机](#)2007(5)
6. [杜琼](#). [邹吉光](#) [小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[科技资讯](#)2008(15)
7. [李太伟](#). [李洪文](#). [何进](#). [LI Tai-wei](#). [LI Hong-wen](#). [HE Jin](#) [2BMF-5固定垄小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2008(10)
8. [姚宗路](#). [王晓燕](#). [高焕文](#). [李洪文](#) [一年两熟区玉米覆盖地三种小麦免耕播种机试验研究](#)[会议论文]-
9. [姚宗路](#). [高焕文](#). [李洪文](#). [王晓燕](#). [李问盈](#) [2BMX-5型小麦-玉米免耕播种机设计研究](#)[会议论文]-2008
10. [高焕文](#). [李洪文](#). [姚宗路](#). [Gao Huanwen](#). [Li Hongwen](#). [Yao Zhonglu](#) [我国轻型免耕播种机研究](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2008, 39(4)

## 引证文献(12条)

1. 赵淑红, 杨悦乾, 闫以勋, 田佰亮 鸭嘴式开沟器的设计试验[期刊论文]-东北农业大学学报 2013(11)
2. 王晓燕, 陈媛, 陈兵旗, 李洪文, 孙浩 免耕覆盖地秸秆行荏导航路径的图像检测[期刊论文]-农业机械学报 2009(6)
3. 刘立晶, 刘忠军, 杨学军, 李长荣 气流输送式小麦免耕播种机设计和试验[期刊论文]-农业机械学报 2011(2)
4. 刘立晶, 杨学军, 李长荣, 刘昱程, 刘殿生 2BMG24型小麦免耕播种机设计[期刊论文]-农业机械学报 2009(10)
5. 姚宗路, 李洪文, 高焕文, 王晓燕, 张学敏 一年两熟区玉米覆盖地小麦免耕播种机设计与试验[期刊论文]-农业机械学报 2007(8)
6. 吴建民, 高焕文 免耕播种机锯片式防堵切刀的设计与试验[期刊论文]-农业机械学报 2006(5)
7. 赵伟, 段燕燕, 王宁宁 气喷式免耕播种机的气喷作业机理研究[期刊论文]-农机化研究 2014(1)
8. 李太伟, 李洪文, 何进 2BMF-5固定垄小麦免耕播种机的设计[期刊论文]-农机化研究 2008(10)
9. 车建壮, 于磊, 李其昀 双圆盘式小麦免耕播种机设计与试验研究[期刊论文]-山东理工大学学报: 自然科学版 2011(6)
10. 马洪亮, 高焕文, 李洪文, 魏淑艳 斜置驱动圆盘免耕播种机设计与试验[期刊论文]-农业机械学报 2006(5)
11. 李兵, 王继先, 张健美, 夏萍, 徐伟君 GBSL-180型双轴式旋耕灭茬播种机设计[期刊论文]-农业机械学报 2008(3)
12. 李兵, 王继先, 徐伟君, 张健美, 王伟 2BF-9型化肥深施播种机的设计[期刊论文]-中国农机化 2008(5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_nyjxxb200603010.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_nyjxxb200603010.aspx)